

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 9 月 9 日 (09.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/082956 A1(51) 国際特許分類: C08F 12/32, C07C 233/75,  
251/24, G03F 7/022, 7/033, H01L 21/027(74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外(MIYAZAKI, Teruo et al.); 〒  
1070052 東京都港区赤坂 1 丁目 9 番 2 0 号 第 1 6 興  
和ビル 8 階 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003153

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,  
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,  
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 25 日 (25.02.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

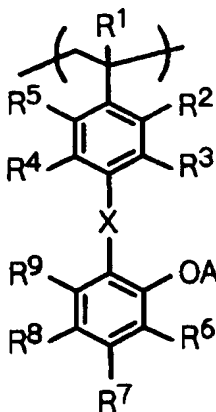
(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2004-051542 2004 年 2 月 26 日 (26.02.2004) JP  
特願2004-353485 2004 年 12 月 7 日 (07.12.2004) JP(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護  
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,  
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気  
株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京  
都港区芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 前田 勝美  
(MAEDA, Katsumi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝  
五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 中  
野 嘉一郎 (NAKANO, Kaichiro) [JP/JP]; 〒1088001 東京  
都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内  
Tokyo (JP).添付公開書類:  
— 国際調査報告書2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。(54) Title: STYRENE DERIVATIVE, STYRENE POLYMER, PHOTSENSITIVE RESIN COMPOSITION, AND METHOD  
FOR FORMING PATTERN

(54) 発明の名称: スチレン系誘導体、スチレン系重合体、感光性樹脂組成物、及びパターン形成方法



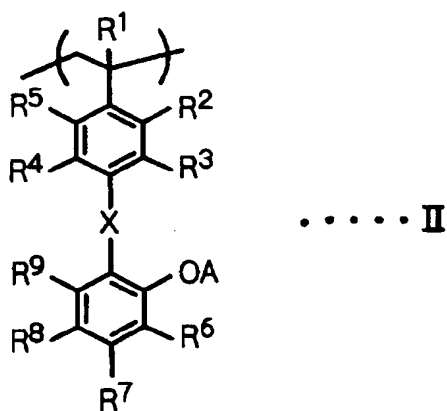
..... II

(57) Abstract: Disclosed is a photosensitive resin composition used for interlayer insulating films or surface protection films which has excellent resolution and can be developed with an aqueous alkaline solution. The photosensitive resin composition is prepared using a polymer at least having a constitutional repeating unit represented by the following general formula (II). (In the formula, R<sup>1</sup> represents a hydrogen atom or a methyl group; R<sup>2</sup>-R<sup>9</sup> independently represent a hydrogen atom, a halogen atom or an alkyl group having 1-4 carbon atoms; X represents -CH=N-, -CONH-, -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-CH=N-, or -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-CONH- and the N atom in X is bonded to a carbon atom in the benzene ring having an AO- group at the o-position; A represents a hydrogen atom or an acid decomposable group; and n represents a positive integer of 1-3.)



## (57) 要約:

本発明は層間絶縁膜や表面保護膜等に用いられる感光性樹脂組成物において、解像性に優れた、アルカリ水溶液で現像可能な感光性樹脂組成物を提供するものであり、下記一般式IIで表される繰返し構造単位を少なくとも有する重合体を用いて感光性樹脂組成物を調製する。



(式中、 $R^1$ は水素原子又はメチル基を表し、 $R^2 \sim R^9$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、又は炭素数1～4のアルキル基を表し、Xは $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{CONH}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{N}-$ 、又は $-(\text{CH}_2)_n-\text{CONH}-$ であり、X中のN原子はo-位がAO-基のベンゼン環の炭素原子に結合しており、Aは水素原子又は酸により分解する基を表し、nは1～3の正の整数を表す。)

## 明 細 書

### スチレン系誘導体、スチレン系重合体、感光性樹脂組成物、及びパターン形成方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、新規なスチレン系誘導体、スチレン系重合体、感光性樹脂組成物及びパターン形成方法に関し、詳しくは、半導体デバイスの層間絶縁膜や表面保護膜等に適用可能なスチレン系誘導体、スチレン系重合体、感光性樹脂組成物及びパターン形成方法に関する。

#### 背景技術

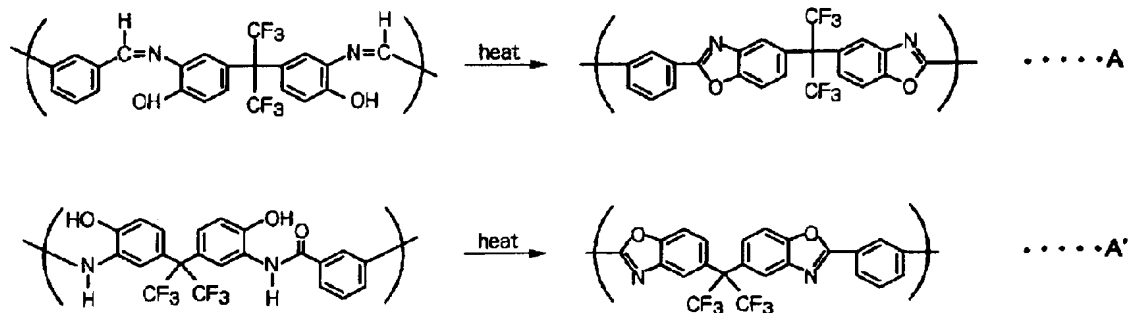
[0002] 従来、半導体デバイスの層間絶縁膜や表面保護膜には、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れたポリイミド樹脂が用いられてきた。しかし、非感光性ポリイミド樹脂を層間絶縁膜等として用いる際には、パターン形成プロセスでポジ型レジストを用い、エッチング、レジスト除去工程等が必要となり、製造工程が複雑となるため、光に対する良好な感度を有する感光性ポリイミド樹脂の検討がなされてきた。これを層間絶縁膜等として用いる場合には、そのパターン形成プロセスにおいてポジ型レジストが不要となるため、製造工程が単純になる。このような感光性ポリイミド樹脂組成物としては、特許文献1に記載されているポリアミド酸と芳香族ビスアジド系化合物及びアミン化合物からなるポジ型感光性樹脂組成物が挙げられる。しかし、感光性ポリイミド樹脂のパターン形成プロセスにおける現像工程では、N-メチル-2-ピロリドンやエタノールといった有機溶媒が必要となるため、安全性や環境への影響の点で問題となっていた。

[0003] そこで、近年では、半導体の微細なパターン形成プロセスに使用されているテトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)水溶液といったアルカリ水溶液で現像可能なパターン形成材料として、ポジ型感光性樹脂組成物が開発されている。例えば、特許文献2では、ポリベンゾオキサゾール前駆体と感光剤であるジアゾキノン化合物とからなる非化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物が報告されている。非特許文献1では、ポリベンゾオキサゾール前駆体と1, 2-ナフトキノンジアジド-5-スルホン酸エ

ステルとからなる非化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物が報告されている。また非特許文献2では、酸により分解する基で保護したポリベンゾオキサゾール前駆体と光酸発生剤からなる化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物が報告されている。

[0004] このような感光性樹脂組成物は、加熱処理によって構造が変化し、ベンゾオキサゾール環が形成されるため、耐熱性や電気特性に優れたものとなる。例えば、非特許文献1に記載されているポリベンゾオキサゾール前駆体は、下記反応式A及びA'に示すように、アルカリ現像後の加熱処理によりベンゾオキサゾール環が形成される。ベンゾオキサゾール環は安定な構造であるため、このポリベンゾオキサゾール前駆体からなる感光性組成物を用いた層間絶縁膜や表面保護膜は、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れたものとなる。

[0005] [化1]



[0006] 特許文献1:特公平3-36861号公報

特許文献2:特公平1-46862号公報

非特許文献1:M.Uedaら、ジャーナル オブ フォトポリマー サイエンス アンド テクノロジー (Journal of Photopolymer Science and Technology)、第16巻、第2号、第237-242頁(2003年)

非特許文献2:K.Ebaraら、ジャーナル オブ フォトポリマー サイエンス アンド テクノロジー (Journal of Photopolymer Science and Technology)、第16巻、第2号、第287-292頁(2003年)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 近年、半導体デバイスの製造分野では、デバイスのより一層の高密度化や高集積

化、配線パターンの微細化が要求されている。これに伴い、特に層間絶縁膜や表面保護膜等に用いられる感光性樹脂組成物に対する要求は厳しくなっており、解像度が高いことその他、パターンや目的によってはネガ型を使用したいとの要求も出てきた。これに対し、上記の各文献に記載の感光性樹脂組成物は、解像度の点からは充分満足のいくものではなかった。

[0008] このため、耐熱性、機械特性及び電気特性等を維持しつつ、アルカリ現像が可能で、高解像度であるポジ型及びネガ型の感光性樹脂組成物の開発が待たれている。

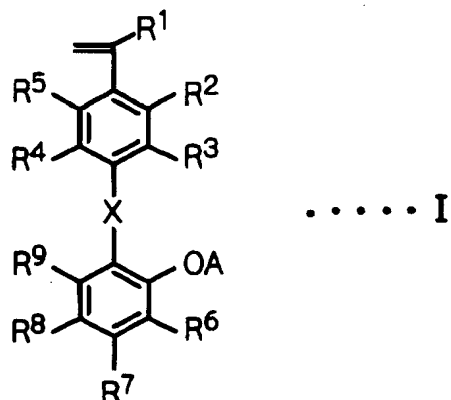
[0009] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その第1の目的は、感光性樹脂組成物の原料として好ましく用いることができるスチレン系誘導体及びスチレン系重合体を提供することにある。第2の目的は、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れ、アルカリ現像が可能で、高解像度であり、かつポジ型のみならず、ネガ型の感光性樹脂組成物を提供することにある。第3の目的は、感光性樹脂組成物を用いたパターン形成方法を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0010] 本発明者らは、上記目的を達成するために検討した結果、新規化合物である特定構造のスチレン系誘導体を重合して得られるスチレン系重合体が、感光性樹脂組成物として優れており、アルカリ水溶液で現像可能で高解像度が得られることを見出し、本発明を完成した。

[0011] 上記の第1の目的を達成するための本発明のスチレン系誘導体は、下記一般式Iで表されることを特徴とする。

[0012] [化2]

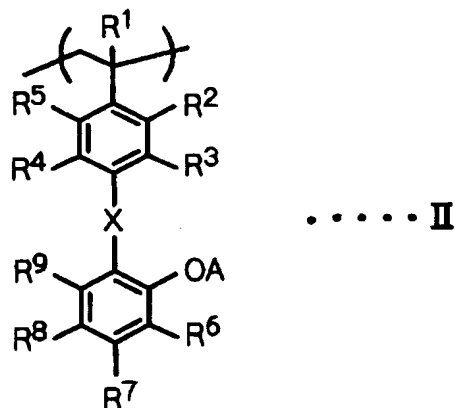


[0013] 式中、 $R^1$ は水素原子又はメチル基を表し、 $R^2 \sim R^9$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、又は炭素数1～4のアルキル基を表し、Xは $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{CONH}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{N}-$ 、又は $-(\text{CH}_2)_n-\text{CONH}-$ であり、X中のN原子はo-位がAO-基のベンゼン環の炭素原子に結合しており、Aは水素原子又は酸により分解する基を表し、nは1～3の整数を表す。

[0014] 本発明のスチレン系誘導体は、上記一般式Iで表される構造を有するので、この構造を繰り返し単位として含むスチレン系重合体を重合するための原料として好ましく用いることができる。

[0015] 上記の第1の目的を達成するための本発明のスチレン系重合体は、下記一般式IIで表される繰返し構造単位を一種以上含むことを特徴とする。

[0016] [化3]



[0017] 式中、 $R^1$ は水素原子又はメチル基を表し、 $R^2 \sim R^9$ はそれぞれ独立に水素原子、ハ

ロゲン原子、又は炭素数1〜4のアルキル基を表し、Xは $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{CONH}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{N}-$ 、又は $-(\text{CH}_2)_n-\text{CONH}-$ であり、X中のN原子はo一位がAO-基のベンゼン環の炭素原子に結合しており、Aは水素原子又は酸により分解する基を表し、nは1〜3の整数を表す。

- [0018] 本発明のスチレン系重合体は、上記一般式IIで表される繰返し構造単位を有するので、加熱処理により安定な構造であるベンゾオキサゾール環が形成される。また、本発明のスチレン系重合体は、繰返し単位にフェノール系水酸基が含まれるので、本発明のスチレン系重合体を用いた感光性樹脂組成物は、アルカリ現像液で現像処理が可能となる。
- [0019] 本発明のスチレン系重合体は、上記本発明の一般式Iで表されるスチレン系誘導体と、当該スチレン系誘導体と共重合可能なビニル単量体とを重合して得られることを特徴とする。
- [0020] 本発明のスチレン系重合体は、上記のスチレン系誘導体を重合して得ることができるが、上記のスチレン系誘導体の単独重合ばかりではなく、上記のスチレン系誘導体とビニル単量体とを共重合して得ることができる。この発明によれば、上記のスチレン系誘導体と、このスチレン系誘導体と共重合可能なビニル単量体とを共重合するので、ビニル単量体の特性を付加することにより、本発明のスチレン系重合体を含む感光性樹脂組成物で形成される層間絶縁膜や表面保護膜に有用な特性(例えば、耐熱性、機械特性、電気特性等)を向上させることができる。
- [0021] 本発明のスチレン系重合体は、その重量平均分子量が2,000〜200,000であることが好ましい。
- [0022] 上記の第2の目的を達成するための本発明の感光性樹脂組成物は、上記本発明のスチレン系重合体を含むことを特徴とする。
- [0023] この発明によれば、上述した本発明のスチレン系重合体を含むので、アルカリ現像液で現像処理が可能であり、また、得られるパターンは解像度に優れたものとなる。この感光性樹脂組成物を用いた層間絶縁膜や表面保護膜は、加熱処理によりベンゾオキサゾール環が形成されるので、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れたものとなる。

- [0024] 本発明のポジ型感光性樹脂組成物は、本発明のスチレン系重合体とジアゾナフトキノンスルホン酸エステル誘導体とを少なくとも含むことを特徴とする。この発明によれば、ジアゾナフトキノンスルホン酸エステル誘導体が感光剤として作用するので、本発明の感光性樹脂組成物で薄膜を形成し、その薄膜を選択的に露光した後に現像処理を行ったとき、アルカリ現像液に対する溶解性が露光部で増大する。その結果、露光部と未露光部のアルカリ現像液に対する溶解性の差(以下、溶解コントラストともいう。)が大きくなり、得られるパターンは解像度に優れたものとなる。
- [0025] 本発明のポジ型感光性樹脂組成物は、本発明のスチレン系重合体と、光照射により酸を発生する光酸発生剤とを少なくとも含むことを特徴とする。
- [0026] この発明によれば、スチレン重合体と光酸発生剤とを含むので、本発明の感光性樹脂組成物で薄膜を形成し、その薄膜を選択的に露光すると、露光部では光酸発生剤から酸が発生する。発生した酸は、スチレン重合体中にある、酸により分解する基を分解するので、現像処理を行ったときに、アルカリ現像液に対する溶解性が露光部で増大する。その結果、露光部と未露光部の溶解コントラストが大きくなり、得られるパターンは解像度に優れたものとなる。このように、光酸発生剤から発生した酸が大きな溶解コントラストをもたらすため、このポジ型感光性樹脂組成物はいわゆる化学増幅型となる。
- [0027] 本発明のネガ型感光性樹脂組成物は、上記一般式IIで表される繰返し構造単位を有するスチレン系重合体と、光酸発生剤とを少なくとも含むことを特徴とする。この感光性樹脂組成物において、上記スチレン系重合体は、酸により架橋する官能基を有する繰返し構造単位を有している。
- [0028] この発明の感光性樹脂組成物は、光酸発生剤と酸により架橋する官能基とを有するので、この感光性樹脂組成物で薄膜を形成し、その薄膜を選択的に露光すると、露光部では光酸発生剤から酸が発生し、その酸により架橋反応が起こる。これにより、現像処理を行ったときに、露光部はアルカリ現像液に対して不溶となり、露光部と未露光部の溶解コントラストが大きくなる。従って、得られたパターンは解像度の優れたものとなる。このように、光酸発生剤から発生した酸が大きな溶解コントラストをもたらすため、このネガ型感光性樹脂組成物はいわゆる化学増幅型となる。



- [0029] また、本発明のネガ型感光性樹脂組成物は、さらに酸による架橋反応を促進する化合物として、多官能エポキシ化合物を含むことを特徴とする。本発明のネガ型感光性樹脂組成物においては、さらに、酸による架橋反応を促進する化合物として、フェノール誘導体又は多核フェノール誘導体を含んでもよいし、多価アルコールを含んでもよい。
- [0030] 上記の第3の目的を達成するための本発明のパターン形成方法は、上記本発明の感光性樹脂組成物を被加工基板上に塗布する塗布工程と、当該感光性樹脂組成物を被加工基板上に定着させるプリバーク工程と、当該感光性樹脂組成物を選択的に露光する露光工程と、当該感光性樹脂組成物の露光部又は未露光部を溶解除去してパターンを形成する現像工程と、パターンが形成された当該感光性樹脂組成物を硬化させるポストバーク工程と、を少なくとも含むことを特徴とする。
- [0031] また、上記本発明のパターン形成方法において、上記化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物を用いる場合、前記露光工程と前記現像工程の間に、前記露光により発生した酸を拡散させる露光後バーク工程を更に行い、前記現像工程で前記露光部を溶解除去することが望ましい。
- [0032] また、上記本発明のパターン形成方法において、上記化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物を用いる場合、前記露光工程と前記現像工程の間に、前記露光により発生した酸を拡散させる露光後バーク工程を更に行い、前記現像工程で前記未露光部を溶解除去することが望ましい。
- [0033] これらの発明によれば、露光工程と現像工程の間に露光後バーク工程を行うので、化学増幅型のポジ型及びネガ型の感光性樹脂組成物においては、光酸発生剤から発生した酸の効果をより有効なものとすることができる。その結果、より少ない露光量でより高解像度のパターンが得られる。

### 発明の効果

- [0034] 本発明のスチレン系誘導体によれば、スチレン系重合体を重合するための原料として好ましく用いることができる。また、本発明のスチレン系重合体によれば、非化学増幅型及び化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物並びに化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物を得るための材料として好ましく用いることができる。また、本発明の感

光性樹脂組成物及びパターン形成方法によれば、アルカリ現像液による現像が可能で、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れ、高解像度のパターンを形成することができる。

### 発明を実施するための最良の形態

[0035] 以下、本発明のスチレン系誘導体、スチレン系重合体、感光性樹脂組成物及びパターン形成方法について順に説明する。

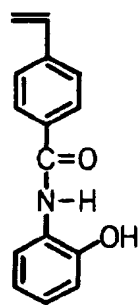
#### [0036] <スチレン系誘導体>

本発明のスチレン系誘導体は、一般式Iで表される。式I中の $R^1$ は水素原子又はメチル基を表し、 $R^2-R^9$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、又は炭素数1〜4のアルキル基を表し、Xは、 $-CH=N-$ 、 $-CONH-$ 、 $-(CH_2)_n-CH=N-$ 、又は $-(CH_2)_n-CONH-$ であり、X中のN原子はo-位がAO-基のベンゼン環の炭素原子に結合しており、Aは水素原子又は酸により分解する基(以下、酸分解性基という。)を表し、nは1〜3の正の整数を表す。

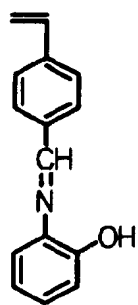
[0037] なお、ハロゲン原子としては、例えば、フッ素原子、塩素原子等が挙げられる。また、炭素数1〜4のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、tert-ブチル基等が挙げられる。また、酸分解性基としては、例えば、t-ブチル基、テトラヒドロピラン-2-イル基、テトラヒドロフラン-2-イル基、4-メトキシテトラヒドロピラン-4-イル基、1-エトキシエチル基、1-ブトキシエチル基、1-プロポキシエチル基、メトキシメチル基、エトキシメチル基等が挙げられる。

[0038] 具体的には、一般式Iで表されるスチレン系誘導体としては、例えば以下のような化合物が挙げられるが、これらだけに限定されるものではない。Xが $-CONH-$ である化合物としては、A-1、A-3、A-5、A-7、A-9、A-11、A-17、A-18、A-19、A-20、A-21、A-22、A-23等が挙げられる。Xが $-CH=N-$ である化合物としては、A-2、A-4、A-6、A-8、A-10及びA-12が挙げられる。Xが $-(CH_2)_n-CONH-$ である化合物としては、A-13及びA-15が挙げられる。Xが $-(CH_2)_n-CH=N-$ である化合物としては、A-14及びA-16が挙げられる。

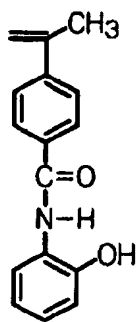
[0039] [化4]



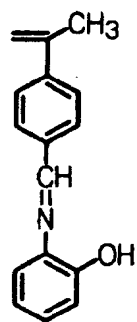
A-1



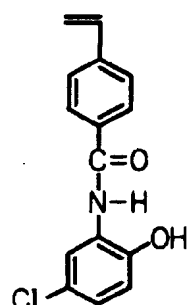
A-2



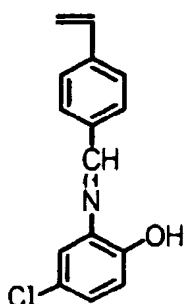
A-3



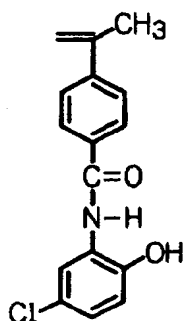
A-4



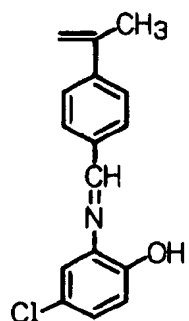
A-5



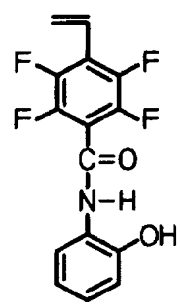
A-6



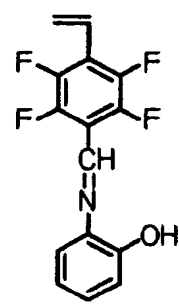
A-7



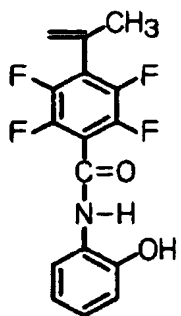
A-8



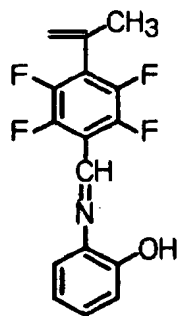
A-9



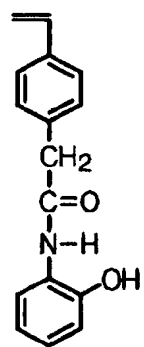
A-10



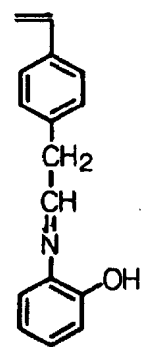
A-11



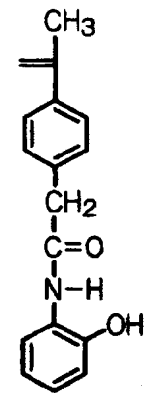
A-12



A-13

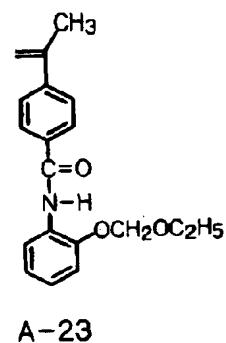
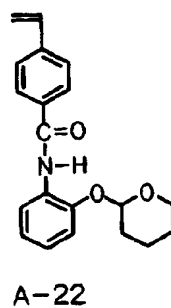
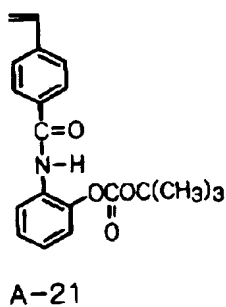
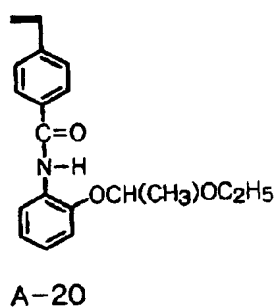
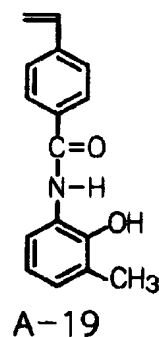
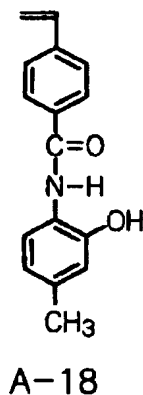
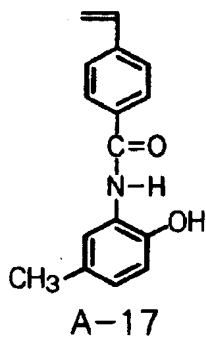
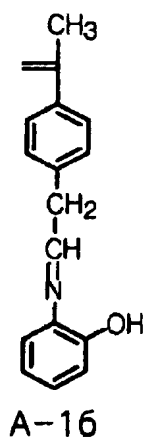


A-14



A-15

[0040] [化5]



[0041] 上記化合物の具体的な名称は以下の通りである。

[0042] A-1: N-(2-hydroxyphenyl)-4-vinylbenzamide

A-2: 2-hydroxy-N-(4-vinylbenzylidene)aniline

A-3: N-(2-hydroxyphenyl)-4-isopropenylbenzamide

A-4: 2-hydroxy-N-(4-isopropylbenzylidene)aniline

A-5: N-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)-4-vinylbenzamide

A-6: 5-chloro-2-hydroxy-N-(4-vinylbenzylidene)aniline

A-7: N-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)-4-isopropenylbenzamide

A-8: 5-chloro-2-hydroxy-N-(4-isopropylbenzylidene)aniline

A-9: N-(2-hydroxyphenyl)-2,3,5,6-tetrafluoro-4-vinylbenzamide

A-10: 2-hydroxy-N-(2,3,5,6-tetrafluoro-4-vinylbenzylidene)aniline

A-11: N-(2-hydroxyphenyl)-2,3,5,6-tetrafluoro-4-isopropenylbenzamide

A-12: 2-hydroxy-N-(2,3,5,6-tetrafluoro-4-isopropylbenzylidene)aniline

A-13: N-(2-hydroxyphenyl)-4-vinylbenzylamide

A-14: 2-hydroxy-N-(4-vinylphenethylidene)aniline

A-15: N-(2-hydroxyphenyl)-4-isopropenylbenzylamide

A-16: 2-hydroxy-N-(4-isopropylphenethylidene)aniline

A-17: N-(2-hydroxy-5-methylphenyl)-4-vinylbenzamide

A-18: N-(2-hydroxy-4-methylphenyl)-4-vinylbenzamide

A-19: N-(2-hydroxy-3-methylphenyl)-4-vinylbenzamide

A-20: N-(2-ethoxyethoxyphenyl)-4-vinylbenzamide

A-21: N-(2-t-butoxycarbonyloxyphenyl)-4-vinylbenzamide

A-22: N-(2-tetrahydropyranyloxyphenyl)-4-vinylbenzamide

A-23: N-(2-ethoxymethoxyphenyl)-4-isopropenylbenzamide

これらのスチレン系誘導体を繰返し単位として含むスチレン系重合体は、加熱処理により安定なベンゾオキサゾール環が形成されるので、耐熱性、機械特性及び電気特性等の優れた膜特性を持つ。

[0043] 一般式Iで表されるスチレン系誘導体のうち、 $R^1$ 〜 $R^9$ が水素原子、Xが $-\text{CONH}-$ 、Aが水素原子である化合物は、例えば以下のようにして合成される。

[0044] まず、4-ビニル安息香酸と、ペンタフルオロフェノール又は2-メルカプトベンゾオキサゾールとを、THF-酢酸エチル混合溶媒中ジシクロヘキシルカルボジイミド存在下、室温で反応させることで4-ビニル安息香酸の活性エステルを得る。次に、4-ビニル安息香酸の活性エステルをアミノフェノール類と60〜100℃で反応させることで目的のスチレン系誘導体を得る。

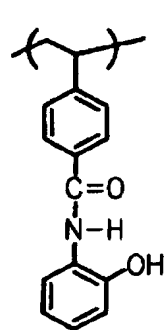
[0045] <スチレン系重合体>

本発明のスチレン系重合体は、上述した一般式IIで表される繰返し構造単位を1種又は2種以上含むものである。式II中、 $R^1$ は水素原子又はメチル基を表し、 $R^2$ 〜 $R^9$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、又は炭素数1〜4のアルキル基を表し、Xは、 $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{CONH}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{N}-$ 、又は $-(\text{CH}_2)_n-\text{CONH}-$ であり、

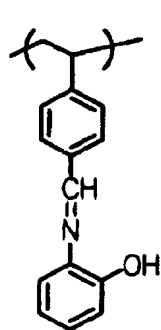
X中のN原子はo-位がAO-基のベンゼン環の炭素原子に結合しており、Aは水素原子又は酸分解性基を表し、nは1〜3の正の整数を表す。

- [0046] ハロゲン原子としては、例えば、フッ素原子、塩素原子等が挙げられる。炭素数1〜4のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、tert-ブチル基等が挙げられる。また、酸分解性基としては、例えば、t-ブチル基、テトラヒドロピラン-2-イル基、テトラヒドロフラン-2-イル基、4-メトキシテトラヒドロピラン-4-イル基、1-エトキシエチル基、1-ブトキシエチル基、1-プロポキシエチル基、メトキシメチル基、エトキシメチル基等が挙げられる。
- [0047] 一般式IIで表される繰り返し構造単位としては、以下のような例が挙げられるが、これらだけに限定されるものではない。Xが-CONH-である化合物としては、B-1、B-3、B-5、B-7、B-9、B-11、B-17、B-18、B-19、B-20、B-21、B-22及びB-23等が挙げられる。Xが-CH=N-である化合物としては、B-2、B-4、B-6、B-8、B-10及びB-12が挙げられる。Xが $-(CH_2)_n-$ CONH-である化合物としては、B-13及びB-15が挙げられる。Xが $-(CH_2)_n-$ CH=N-である化合物としては、B-14及びB-16が挙げられる。

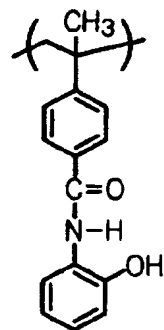
[0048] [化6]



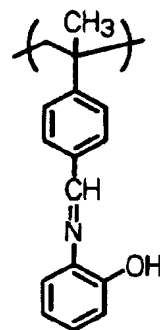
B-1



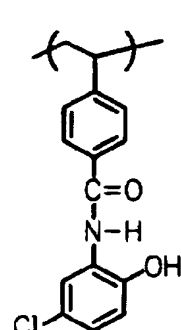
B-2



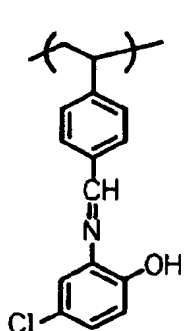
B-3



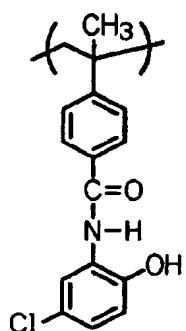
B-4



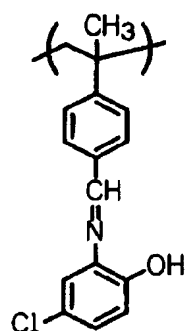
B-5



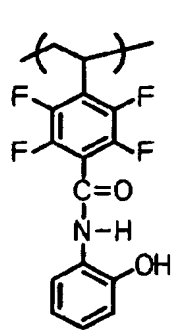
B-6



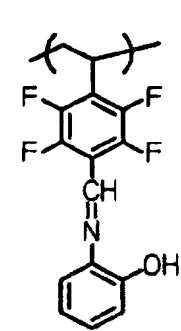
B-7



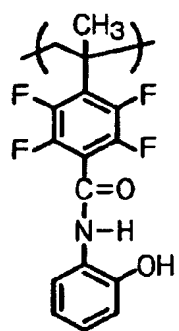
B-8



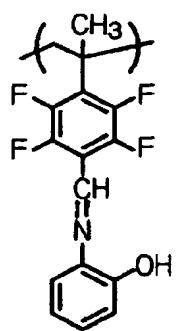
B-9



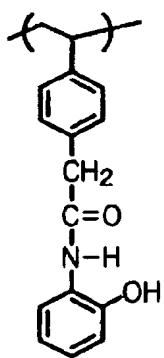
B-10



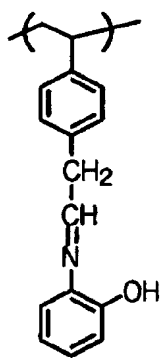
B-11



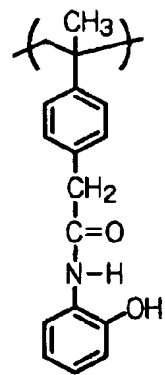
B-12



B-13

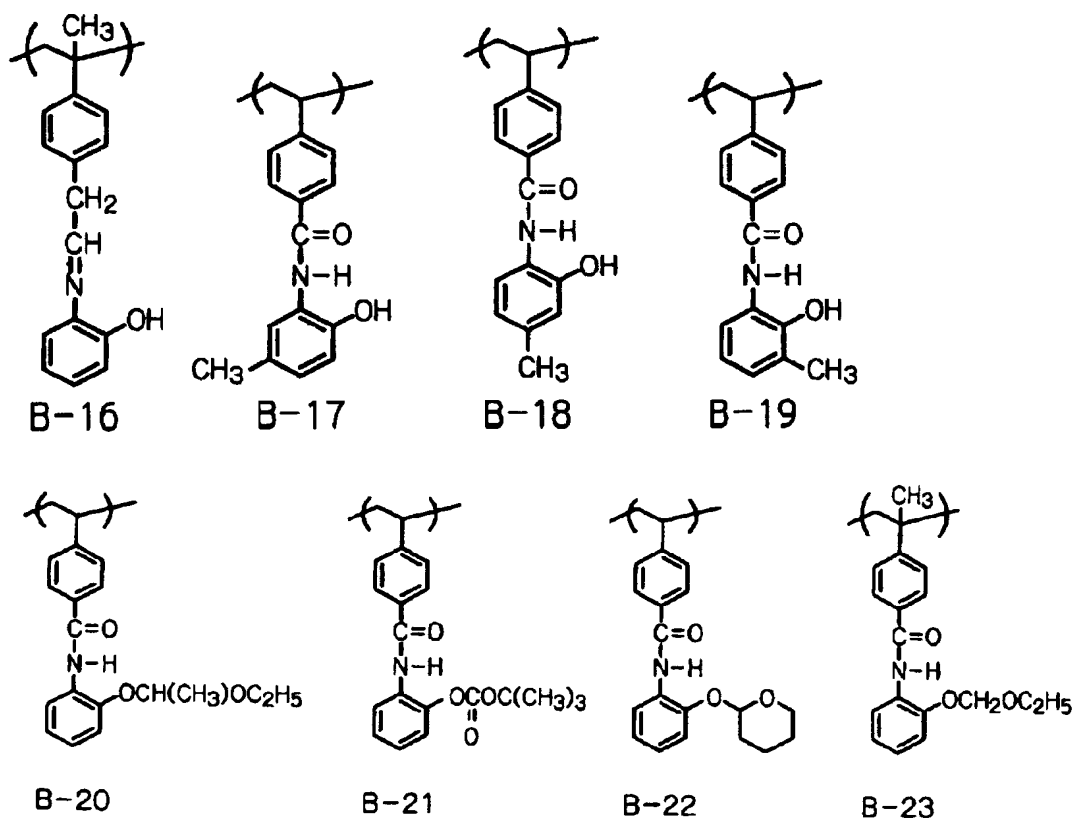


B-14



B-15

[0049] [化7]



[0050] 上記化合物の具体的な名称は以下の通りである。

[0051] B-1: Poly[N-(2-hydroxyphenyl)-4-vinylbenzamide]

B-2: Poly[2-hydroxy-N-(4-vinylbenzylidene)aniline]

B-3: Poly[N-(2-hydroxyphenyl)-4-isopropenylbenzamide]

B-4: Poly[2-hydroxy-N-(4-isopropylbenzylidene)aniline]

B-5: Poly[N-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)-4-vinylbenzamide]

B-6: Poly[5-chloro-2-hydroxy-N-(4-vinylbenzylidene)aniline]

B-7: Poly[N-(5-chloro-2-hydroxyphenyl)-4-isopropenylbenzamide]

B-8: Poly[5-chloro-2-hydroxy-N-(4-isopropylbenzylidene)aniline]

B-9: Poly[N-(2-hydroxyphenyl)-2,3,5,6-tetrafluoro-4-vinylbenzamide]

B-10: Poly[2-hydroxy-N-(2,3,5,6-tetrafluoro-4-vinylbenzylidene)aniline]



B-11: Poly[N-(2-hydroxyphenyl)-2,3,5,6-tetrafluoro-4-isopropenylbenzamide]

B-12: Poly[2-hydroxy-N-(2,3,5,6-tetrafluoro-4-isopropylbenzylidene)aniline]

B-13: Poly[N-(2-hydroxyphenyl)-4-vinylbenzylamide]

B-14: Poly[2-hydroxy-N-(4-vinylphenethylidene)aniline]

B-15: Poly[N-(2-hydroxyphenyl)-4-isopropenylbenzylamide]

B-16: Poly[2-hydroxy-N-(4-isopropylphenethylidene)aniline]

B-17: Poly[N-(2-hydroxy-5-methylphenyl)-4-vinylbenzamide]

B-18: Poly[N-(2-hydroxy-4-methylphenyl)-4-vinylbenzamide]

B-19: Poly[N-(2-hydroxy-3-methylphenyl)-4-vinylbenzamide]

B-20: Poly[N-(2-ethoxyethoxyphenyl)-4-vinylbenzamide]

B-21: Poly[N-(2-t-butoxycarbonyloxyphenyl)-4-vinylbenzamide]

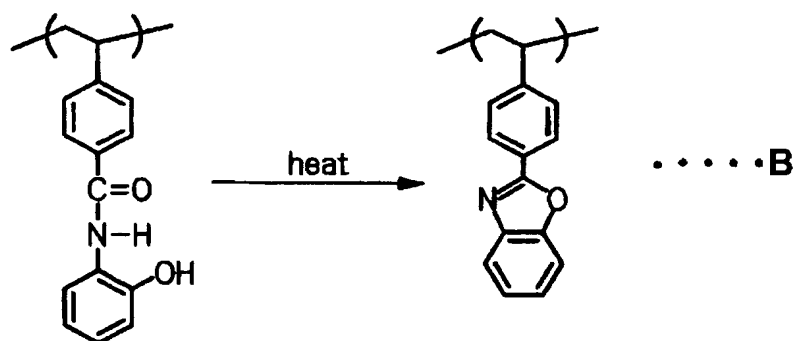
B-22: Poly[N-(2-tetrahydropyranyloxyphenyl)-4-vinylbenzamide]

B-23: Poly[N-(2-ethoxymethoxyphenyl)-4-isopropenylbenzamide]

本発明のスチレン系重合体は、パターンを形成した後に、加熱処理することでベンゾオキサゾール環が形成される。

[0052] 例えば、 $R^1-R^9$ が水素原子、Xが $-CONH-$ 、Aが水素原子であるスチレン系重合体は、下記反応式Bに示すように加熱処理により閉環反応が起こりベンゾオキサゾール環が形成される。

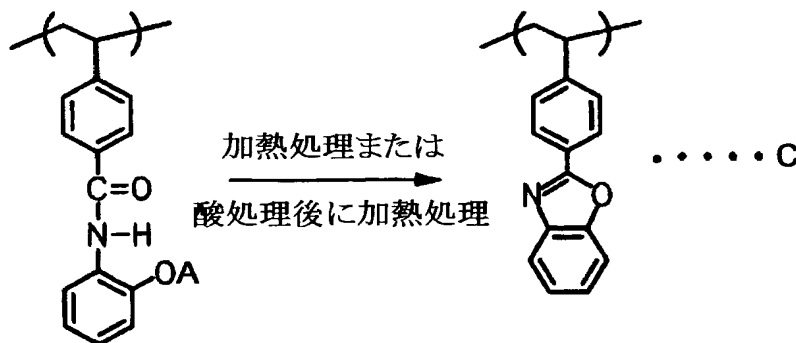
[0053] [化8]



[0054] また、Aが酸分解性基、 $R^1-R^9$ が水素原子、Xが $-CONH-$ であるスチレン系重合体は、下記反応式Cに示すように加熱処理、または酸により酸分解性基を分解した

後に加熱処理することにより閉環反応が起こりベンゾオキサゾール環が形成される。

[0055] [化9]



[0056] このベンゾオキサゾール環は、安定な構造であるので、このスチレン系重合体を層間絶縁膜や表面保護膜に用いることにより、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れた層間絶縁膜や表面保護膜を形成することが可能である。

[0057] 本発明のスチレン系重合体の原料としては、一般式IIで表される繰返し構造単位を含むスチレン系重合体を合成することができれば、特に制限されないが、上述した一般式Iで表される本発明のスチレン系誘導体を好適に用いることができる。

[0058] 本発明のスチレン系重合体は、上述した一般式Iで表される本発明のスチレン系誘導体を単独で重合して得てもよいが、上述のスチレン系誘導体とモノマーとを共重合して得てもよい。上述のスチレン系誘導体とモノマーとを共重合して得られたスチレン系重合体は、モノマーの特性が付加されるので、種々のモノマーを用いることにより、このスチレン系重合体を含む感光性樹脂組成物に有用な特性（解像度、感度）、感光性樹脂で形成される層間絶縁膜や表面保護膜に有用な特性（例えば、耐熱性、機械特性、電気特性等）を向上させることができる。

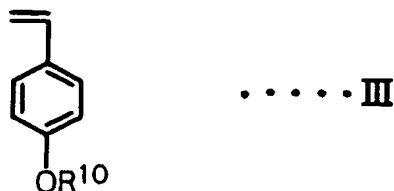
[0059] モノマーとしては、上述したスチレン系誘導体と十分な重合性を有する理由から、ビニル単量体が好ましい。ビニル単量体としては、ブタジエン、アクリロニトリル、スチレン、(メタ)アクリル酸、エチレン誘導体、上述したスチレン系誘導体以外のスチレン誘導体、(メタ)アクリル酸エステル誘導体、酸分解性基を有するビニルモノマー、酸の作用により架橋する官能基(この官能基を、以下、酸架橋性基という。)を有するビニルモノマー等が挙げられる。エチレン誘導体としては、エチレン、プロピレン、塩化

ビニル等が挙げられ、スチレン誘導体としては、 $\alpha$ -メチルスチレン、p-ヒドロキシスチレン、クロロスチレン等が挙げられる。ビニル単量体の他には、無水マレイン酸、N-フェニルマレイミド誘導体等が挙げられ、N-フェニルマレイミド誘導体としては、N-フェニルマレイミド、N-(4-メチルフェニル)マレイミド等が挙げられる。これらのモノマーのうち1種又は2種以上を用いることができる。

[0060] これらのモノマーの中で、非化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物に用いるスチレン系重合体には、スチレン誘導体( $\alpha$ -メチルスチレン、p-ヒドロキシスチレン、等)、ブタジエン、アクリロニトリル等が好適に用いられる。

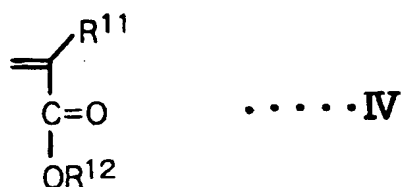
[0061] また、これらのモノマーの中で、化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物に用いるスチレン系重合体には、スチレン誘導体(スチレン、p-ヒドロキシスチレン、等)及び酸分解性基を有するモノマーがモノマーとして好適に用いられる。酸分解性基を有するモノマーとしては、下記一般式IIIで表される4-ビニルフェノール誘導体や、下記一般式IVで表される酸分解性基を有する(メタ)アクリル酸エステル誘導体等が挙げられる。

[0062] [化10]



[0063] 式中、 $R^{10}$ は、酸分解性基を表し、具体的には、t-ブチル基、テトラヒドロピラン-2-イル基、テトラヒドロフラン-2-イル基、4-メオキシテトラヒドロピラン-4-イル基、1-エトキシエチル基、1-ブトキシエチル基、1-プロポキシエチル基、メキシメチル基、エトキシメチル基等が挙げられる。

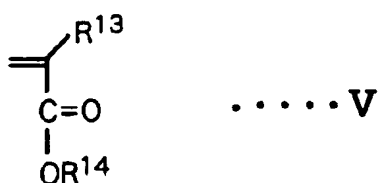
[0064] [化11]



[0065] 式中、 $\text{R}^{11}$ は水素原子又はメチル基を表し、 $\text{R}^{12}$ は酸分解性基を表す。 $\text{R}^{12}$ としては、具体的には、*t*-ブチル基、テトラヒドロピラン-2-イル基、テトラヒドロフラン-2-イル基、4-メトキシテトラヒドロピラン-4-イル基、1-エトキシエチル基、1-ブトキシエチル基、1-プロポキシエチル基、メトキシメチル基、エトキシメチル基等が挙げられる。

[0066] また、これらのモノマーの中で、化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物に用いるスチレン系重合体では、スチレン誘導体(スチレン、*p*-ヒドロキシスチレン、等)及び酸架橋性基を有するモノマーがモノマーとして好適に用いられる。具体的には、下記一般式Vで表されるエポキシ基を有する(メタ)アクリル酸エステル誘導体等が挙げられる。

[0067] [化12]



[0068] 式中、 $\text{R}^{13}$ は水素原子又はメチル基を表し、 $\text{R}^{14}$ は、エポキシ基を有する炭化水素基である。 $\text{R}^{14}$ としては、具体的には、グリシジル基、3, 4-エポキシ-1-シクロヘキシルメチル基、5, 6-エポキシ-2-ビシクロ[2,2,1]ヘプチル基、5(6)-エポキシエチル-2-ビシクロ[2,2,1]ヘプチル基、5, 6-エポキシ-2-ビシクロ[2,2,1]ヘプチルメチル基、3, 4-エポキシトリシクロ[5.2.1.0<sup>2,6</sup>]デシル基、3, 4-エポキシトリシクロ[5.2.1.0<sup>2,6</sup>]デシルオキシエチル基、3, 4-エポキシテトラシクロ[4.4.0.1<sup>2,5</sup>.1<sup>7,10</sup>]ドデシル基、3, 4-エポキシテトラシクロ[4.4.0.1<sup>2,5</sup>.1<sup>7,10</sup>]ドデシルメチル基等が挙げられる。

[0069] 上述のスチレン系重合体を層間絶縁膜や表面保護膜に用いた場合に、優れた膜

特性を発揮させるため、一般式IIで表される繰返し構造単位のスチレン系重合体中に占める割合は、10〜100モル%が好ましく、20〜100モル%がより好ましい。

[0070] なお、スチレン系重合体の重量平均分子量としては、通常2,000〜200,000が好ましく、4,000〜100,000がより好ましい。スチレン系重合体の重量平均分子量が2,000未満の場合は、スチレン系重合体を層間絶縁膜や表面保護膜に用いる場合に、膜を均一に形成することが困難となることがある。また、スチレン系重合体の重量平均分子量が200,000を超える場合は、スチレン系重合体を層間絶縁膜や表面保護膜に用いる場合に、解像度が悪くなることがある。

[0071] このようなスチレン系重合体は、上述したスチレン系誘導体を、ラジカル重合、アニオン重合等の通常用いられている重合方法で重合することによって得ることができる。例えば、スチレン系重合体をラジカル重合で重合する場合、溶媒として乾燥テトラヒドロフラン中に、適当なラジカル重合開始剤として、例えば2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル)を加えた後に、アルゴンや窒素等の不活性ガス雰囲気下で、50〜70℃で0.5〜24時間攪拌することによりスチレン系重合体を重合することができる。

[0072] <感光性樹脂組成物>

次に、本発明の感光性樹脂組成物について説明する。上記のスチレン系重合体と、感光性付与剤と、を含む本発明の感光性樹脂組成物は、非化学増幅型のポジ型、化学増幅型のポジ型、化学増幅型のネガ型の3種類に大別できる。感光性付与剤としては、非化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物には後述する感光剤を、化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物及び化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物には後述する光酸発生剤を使用することができる。

[0073] <非化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物>

本発明の非化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物は、少なくとも上述した一般式IIで表される本発明のスチレン系重合体と、感光性付与剤としての感光剤と、を含むものであり、通常、上述のスチレン系重合体と後述する感光剤とを混合することにより調製することができる。ここで、スチレン系重合体としては、前記一般式IIにおいてAが水素原子である構造単位を有するものを選択することができる。

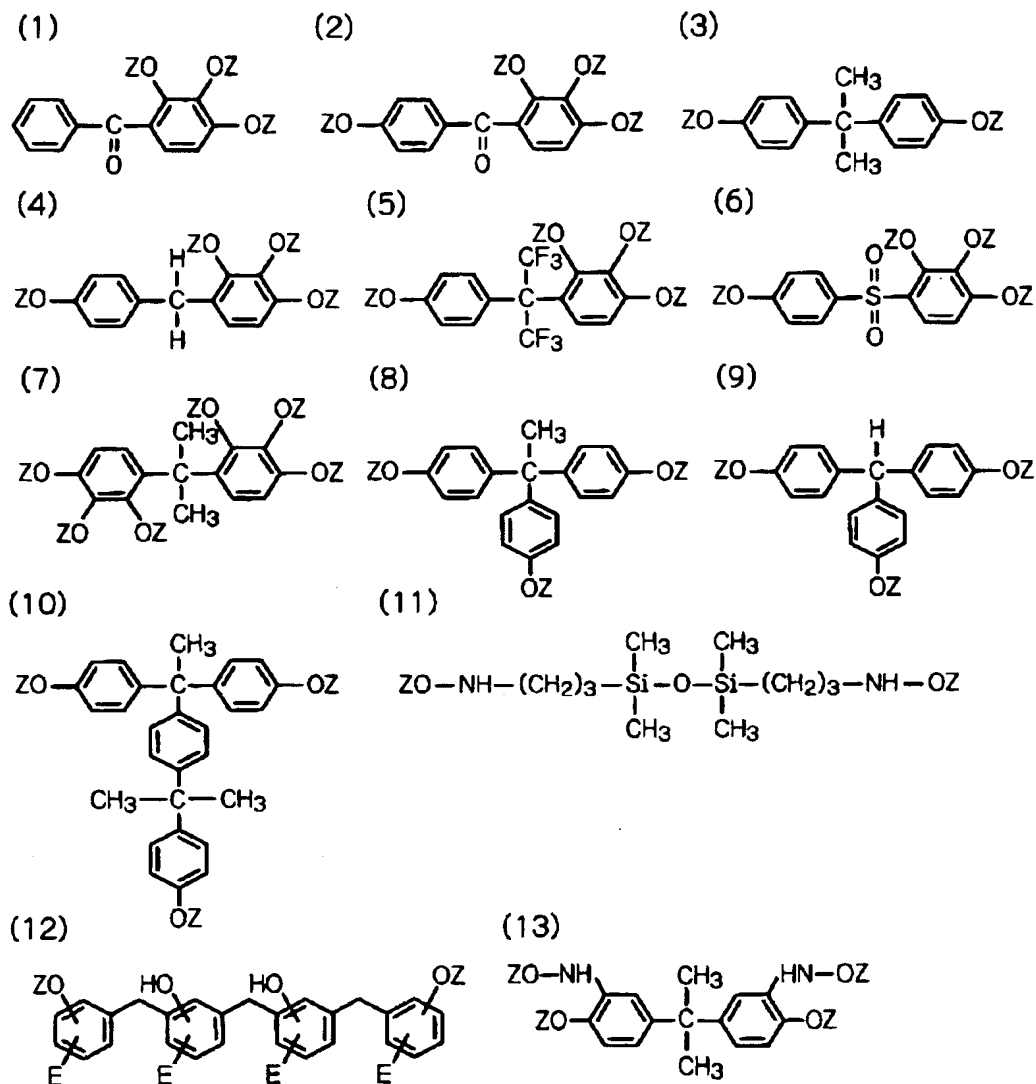
[0074] このポジ型感光性樹脂組成物で薄膜を形成し、後述する化学線パターン露光し

た後に現像処理を行うと、アルカリ現像液に対する溶解性が露光部で増大し、露光部と未露光部のアルカリ現像液に対する溶解性の差(以下、溶解コントラストともいう)が大きくなる。このポジ型感光性樹脂組成物を用いたパターン形成は、こうしたアルカリ現像液に対する溶解性の差を利用して行われる。

[0075] 感光剤としては、ポジ型感光性樹脂組成物を露光したときに、露光部と未露光部の溶解コントラストを得ることができるものであれば、いずれのものも用いることが可能であり、例えば、ジアゾナフトキノンスルホン酸エステル誘導体及びジアゾベンゾキノンスルホン酸エステル誘導体が挙げられる。これらのうち、溶解コントラストを向上させるという観点から、ジアゾナフトキノンスルホン酸エステル誘導体を用いることが好ましい。ジアゾナフトキノンスルホン酸エステル誘導体としては、1, 2-ナフトキノンジアジド-4-スルホン酸とフェノール性化合物のエステル、1, 2-ナフトキノンジアジド-5-スルホン酸とフェノール性化合物のエステルが挙げられる。

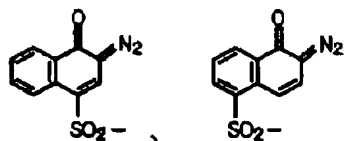
[0076] 感光剤としては、例えば、下記構造で表される化合物が挙げられるが、これらだけに限定されるものではない。なお、このような感光剤は、単独でも2種以上混合して用いてもよい。

[0077] [化13]



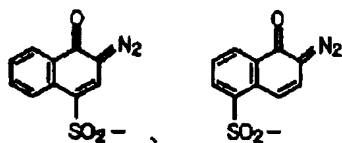
[0078] (式(1)～(13)のいずれにおいても、式中のZは、それぞれ独立に、水素原子、または、

[0079] [化14]



[0080] のいずれかを表し、個々の式に含まれるZのうち少なくとも1つは、

[0081] [化15]



[0082] のいずれかであり、また、式(12)中のEはそれぞれ独立に、水素原子又はメチル基を表す。

[0083] 感光剤の含有率は、ポジ型感光性組成物の露光部と未露光部の溶解コントラストが充分得られる感度を実現し、良好なパターン形成を可能とする観点から、スチレン系重合体及び感光剤の合計に対して3～80質量%が好ましく、10～40質量%がより好ましい。感光剤の量が3質量%未満であると、得られるパターンの解像度が悪くなる場合があり、また80質量%を超えると、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性が低下する場合がある。

[0084] <化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物>

本発明の化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物は、本発明のスチレン系重合体と、感光性付与剤としての光酸発生剤とを含む。ここで、本発明のスチレン系重合体としては、前記一般式IIにおいてAが酸分解性基である構造単位を有するものや、一般式Iで表される本発明のスチレン系誘導体と、例えば酸分解性基を有するモノマーとが共重合したものなど、酸分解性基を有するスチレン系重合体を選択することができる。光酸発生剤とは、後述する化学線の照射により酸を発生する化学物質である。この化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物は、通常、前記スチレン系重合体と光酸発生剤とを混合することにより調製することができる。

[0085] このポジ型感光性樹脂組成物で薄膜を形成し、その薄膜を後述する化学線でパターン露光すると、露光部では光酸発生剤から酸が発生する。この酸により、スチレン重合体中にある酸分解性基が分解する。これにより、現像処理を行ったときに、アルカリ現像液に対する溶解性が露光部で増大する。その結果、露光部と未露光部の溶解コントラストが大きくなる。このポジ型感光性樹脂組成物を用いたパターン形成は、こうしたアルカリ現像液に対する溶解性の差を利用して行われる。このように、光酸発生剤から発生した酸が溶解コントラストをもたらすため、このポジ型感光性樹脂組成



物はいわゆる化学増幅型となる。

[0086] 光酸発生剤としては、後述する化学線の照射により酸を発生する化学物質であり、本発明における重合体等との混合物が後述する溶剤に十分に溶解し、かつその溶液を用いて、スピンコータを用いた回転塗布等の方法で均一な塗布膜が形成可能なものであれば特に制限されない。光酸発生剤は、単独でも、2種以上を混合して用いてもよい。

[0087] 使用可能な光酸発生剤の例としては、例えばトリアリールスルホニウム塩誘導体、ジアリールヨードニウム塩誘導体、ジアルキルフェナシルスルホニウム塩誘導体、ニトロベンジルスルホナート誘導体、N-ヒドロキシナフタルイミドのスルホン酸エステル、N-ヒドロキシスクシイミドのスルホン酸エステル誘導体等が挙げられるが、前記条件を満たすものであれば、これらだけに限定されるものではない。

[0088] 光酸発生剤の含有率は、感光性樹脂組成物の十分な感度を実現し、良好なパターン形成を可能とするという観点から、スチレン系重合体及び光酸発生剤の総和に対して、0.2質量%以上が好ましく、1質量%以上がより好ましい。一方、均一な塗布膜の形成を実現し、現像後の残渣(スカム)を抑制する観点から、30質量%以下が好ましく、15質量%以下がより好ましい。光酸発生剤の含有率が0.2質量%未満であると、得られるパターンの解像度が悪くなる場合があり、また30質量%を超えると、均一な塗布膜が形成できず、現像後の残渣(スカム)が発生する場合がある。

[0089] <化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物>

本発明の化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物は、本発明のスチレン系重合体と、感光性付与剤としての光酸発生剤を含む。ここで、本発明のスチレン系重合体としては、前記一般式IIにおいてAが水素原子である構造単位を有するものや、一般式Iで表される本発明のスチレン系誘導体と、例えば酸架橋性基を有するモノマーとが共重合したものなど、酸架橋性基を有するスチレン系重合体を選択することができる。この化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物は、通常、このスチレン系重合体と光酸発生剤とを混合することにより調製することができる。

[0090] このネガ型感光性樹脂組成物で薄膜を形成し、その薄膜を後述する化学線でパターン露光すると、露光部では光酸発生剤から酸が発生し、この酸により露光部では

架橋反応が起こる。これにより、現像処理を行ったときに、露光部はアルカリ現像液に対して不溶となり、露光部と未露光部の溶解コントラストが大きくなる。このネガ型感光性樹脂組成物を用いたパターン形成は、こうしたアルカリ現像液に対する溶解性の差を利用して行われる。このように、光酸発生剤から発生した酸が溶解コントラストをもたらすため、このネガ型感光性樹脂組成物はいわゆる化学増幅型となる。

- [0091] 光酸発生剤としては、後述する化学線の照射により酸を発生する化学物質であり、本発明における重合体等との混合物が後述する溶剤に十分に溶解し、かつその溶液を用いて、スピンコートを用いた回転塗布等の方法で均一な塗布膜が形成可能なものであれば特に制限されない。光酸発生剤は、単独でも、2種以上を混合して用いてもよい。
- [0092] 使用可能な光酸発生剤の例としては、例えばトリアリールスルホニウム塩誘導体、ジアリールヨードニウム塩誘導体、ジアルキルフェナシルスルホニウム塩誘導体、ニトロベンジルスルホナート誘導体、N-ヒドロキシナフタルイミドのスルホン酸エステル、N-ヒドロキシスクシイミドのスルホン酸エステル誘導体等が挙げられるが、前記条件を満たすものであれば、これらだけに限定されるものではない。
- [0093] 光酸発生剤の含有率は、感光性樹脂組成物の十分な感度を実現し、良好なパターン形成を可能とするという観点から、スチレン系重合体及び光酸発生剤の総和に対して、0.2質量%以上が好ましく、1質量%以上がより好ましい。一方、均一な塗布膜の形成を実現し、現像後の残渣(スカム)を抑制する観点から、30質量%以下が好ましく、15質量%以下がより好ましい。光酸発生剤の含有率が0.2質量%未満であると、得られるパターンの解像度が悪くなる場合があり、また30質量%を超えると、均一な塗布膜が形成できず、現像後の残渣(スカム)が発生する場合がある。
- [0094] また、ネガ型感光性樹脂組成物は、多官能エポキシ化合物、フェノール誘導体、多核フェノール誘導体及び多価アルコールのうちの1種又は2種以上を、架橋反応を促進する添加剤として含んでもよい。
- [0095] 多官能エポキシ化合物としては、例えば、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ジエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエ

ーテル、トリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、1, 6-ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、グリセリンジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、1, 2-シクロヘキサンカルボン酸ジグリシジルエステル、3, 4-エポキシシクロヘキサンカルボン酸3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル、トリスエポキシプロピルイソシアヌレート、2-エポキシエチルビス(2,2,1-ヘプチルグリシジルエーテル、エチレングリコールビス(2-エポキシエチルビス(2,2,1-ヘプチル)エーテル、ビス(2-エポキシエチルビス(2,2,1-ヘプチル)エーテル等が挙げられる。

[0096] フェノール誘導体及び多核フェノール誘導体としては、例えば、カテコール、ヒドロキノン、ピロガロール、1, 2, 4-ベンゼントリオール、2, 6-ビス(ヒドロキシメチル)-p-クレゾール、ビスフェノールA、4, 4', 4'-トリヒドロキシトリフェニルメタン、1, 1, 1-トリ(4-ヒドロキシフェニル)エタン、 $\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha'$ -トリ(4-ヒドロキシフェニル)-1-エチル-4-イソプロピルベンゼン等が挙げられる。

[0097] また、多価アルコールとしては、例えば、エチレングリコール、グリセロール、1, 2-ブタンジオール、1, 3-ブタンジオール、1, 4-ブタンジオール、2, 3-ブタンジオール、1, 2, 4-ブタントリオール、1, 2-ペンタンジオール、1, 4-ペンタンジオール、1, 5-ペンタンジオール、2, 4-ペンタンジオール、1, 2-ヘキサンジオール、1, 5-ヘキサンジオール、1, 6-ヘキサンジオール、2, 5-ヘキサンジオール、1, 2-シクロヘキサンジオール、1, 3-シクロヘキサンジオール、1, 4-シクロヘキサンジオール、1, 2-シクロヘキサンジメタノール、1, 4-シクロヘキサンジメタノール、1, 3, 5-シクロヘキサントリメタノール、1, 2-シクロペンタンジオール、1, 3-シクロペンタンジオール、1, 2-シクロオクタンジオール、1, 5-シクロオクタンジオール、トリシクロデカンジメタノール、2, 3-ノルボルナンジオール、2(3)-ヒドロキシ-5, 6-ビス(ヒドロキシメチル)ノルボルナン、2, 3-ジヒドロキシ-5(6)-ヒドロキシメチルノルボルナン、1, 4-アンヒドロエリトリオール等が挙げられる。

[0098] 上記添加剤を加える場合、その含有率は、それ自身を含む全構成成分100重量部に対して通常0.5〜40重量部、好ましくは1〜30重量部である。また、単独でも、2種以上を混合して用いてもよい。

- [0099] なお、以上に述べた本発明の感光性樹脂組成物を調製する際に、必要に応じて、適当な溶剤を用いる。溶剤としては、感光性樹脂組成物が十分に溶解でき、その溶液を回転塗布法などの方法で均一に塗布でき、後述するプリベーク工程で揮発する有機溶媒等であれば特に制限されない。具体的には、 $\gamma$ -ブチロラクトン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート、乳酸エチル、2-ヘプタノン、酢酸2-メトキシブチル、酢酸2-エトキシエチル、ピルビン酸メチル、ピルビン酸エチル、3-メトキシプロピオン酸メチル、3-メトキシプロピオン酸エチル、N-メチル-2-ピロリドン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、メチルイソブチルケトン、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル等を使用することができる。これらは、単独でも2種類以上を混合して用いてもよい。
- [0100] さらに、必要に応じて溶解促進剤、溶解阻止剤、界面活性剤、色素、安定剤、塗布性改良剤、染料などの他の成分を添加して、感光性樹脂組成物を調製することもできる。
- [0101] 以上のように、本発明の感光性樹脂組成物はいずれも、パターンの解像度に優れ、アルカリ現像液で現像処理が可能であり、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れている。したがって、このような感光性樹脂組成物は、層間絶縁膜や表面保護膜として好適である。
- [0102] <パターン形成方法>
- 本発明のパターン形成方法は、塗布工程と、露光工程と、現像工程と、ポストベーク工程とを少なくとも含む。詳しくは、本発明のパターン形成方法は、上述した本発明の感光性樹脂組成物を被加工基板上に塗布する塗布工程と、この感光性樹脂組成物を被加工基板上に定着させるプリベーク工程と、この感光性樹脂組成物を選択的に露光する露光工程と、この感光性樹脂組成物の露光部又は未露光部を溶解除去してパターンを形成する現像工程と、パターンが形成された感光性樹脂組成物を硬化させるポストベーク工程と、を少なくとも含む。

- [0103] 塗布工程は、上述の感光性樹脂組成物を、被加工基板上、例えばシリコンウェハやセラミック基板等に塗布してその薄膜を形成する工程である。塗布方法は、スピニングコートを用いた回転塗布、スプレーコートを用いた噴霧塗布、浸漬、印刷、ロールコーティング等を用いることができる。
- [0104] プリベーク工程は、被加工基板上に塗布された感光性樹脂組成物を乾燥して、この感光性樹脂組成物中の溶剤を除去し、被加工基板上に塗布した感光性樹脂組成物を定着させるための工程である。プリベーク工程は、通常、60〜150℃で行われる。
- [0105] 露光工程は、フォトマスクを介して化学線でこの感光性樹脂組成物を選択的に露光し、露光部と未露光部を生じさせて、フォトマスク上のパターンを感光性樹脂組成物に転写する工程である。このパターン露光に用いる化学線としては、紫外線、可視光線、エキシマレーザ、電子線、X線等が使用できるが、180〜500nmの波長の化学線が好ましい。
- [0106] 現像工程は、感光性樹脂組成物の露光部又は未露光部をアルカリ現像液で溶解除去し、パターンを形成する工程である。上述の露光工程により、感光性樹脂組成物の露光部と未露光部のアルカリ現像液に対する溶解コントラストが生じる。この溶解コントラストを利用することにより、感光性樹脂組成物の露光部又は未露光部が溶解して除去されたパターンが得られる。アルカリ現像液としては、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)、テトラエチルアンモニウムヒドロキシド等の4級アンモニウム塩等のアルカリ水溶液、又はこれらにメタノールやエタノール等の水溶性アルコール類や界面活性剤等を適当量添加した水溶液等を用いることができる。現像方法としては、パドル、浸漬、スプレー等の方法が可能である。現像工程後、形成したパターンを水でリンスする。
- [0107] ポストベーク工程は、得られたパターンに、空气中又は不活性ガス雰囲気下、例えば窒素雰囲気下で、加熱処理を行い、パターンと被加工基板との密着性を高める工程である。このポストベーク工程では、感光性樹脂組成物で形成されたパターンを加熱することにより、感光性樹脂組成物を構成するスチレン系重合体の構造が変化し(変性し)、ベンゾオキサゾール環が形成され、そのパターンが硬化する。このようにし

て、耐熱性、機械特性及び電気特性等の膜特性に優れたパターンを得ることが可能となる。ポストバーク工程では、通常、100〜380℃で行われる。また、ポストバーク工程は、一段階で行ってもよいし多段階で行ってもよい。

[0108] また、特に本発明の化学増幅型のポジ型及びネガ型の感光性樹脂組成物を用いる場合、露光工程と現像工程の間に露光後バーク工程を入れてもよい。光酸発生剤から発生した酸は、露光後バーク工程を行うことにより、レジスト樹脂等と酸触媒反応を起こす。これにより、ポジ型においては酸分解性基の分解、ネガ型においては架橋反応が促進される。このため溶解コントラストがより大きくなり、より少ない露光量で良好なパターンを形成できる。露光後バーク工程は、通常、70〜160℃で行われる。

[0109] また、特に本発明の化学増幅型のポジ型感光性樹脂組成物を用いる場合、現像工程とポストバーク工程の間にポスト露光工程を入れてもよい。ポスト露光工程を行うことにより、パターン形成された感光性樹脂において、光酸発生剤から酸が発生し、その後のポストバーク工程で、酸によりスチレン重合体の酸分解性基が分解することで、ベンゾオキサゾール環が形成されやすくなる。

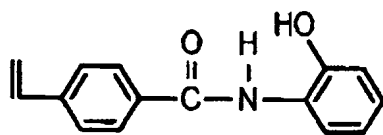
## 実施例

[0110] 以下に、実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。

[0111] (実施例1)

下記構造のスチレン系誘導体、即ち、一般式IIにおいて、 $R^1 \sim R^9$ が水素原子、Xが—CONH—、Aが水素原子であるスチレン系誘導体を合成した。

[0112] [化16]



[0113] 4-ビニル安息香酸50gとペンタフルオロフェノール62.1gを酢酸エチル500mlとテトラヒドロフラン150mlの混合溶媒に溶解し氷冷した。そこにジシクロヘキシルカルボジイミド69.65gを加え、氷冷下1時間、室温で1時間攪拌した。析出したジシクロヘキシル尿素をろ別し、ろ液を減圧下濃縮した。残渣にヘキサン150mlを加え、析

出したジシクロヘキシル尿素をろ別し、ろ液を減圧下濃縮することで4-ビニル安息香酸ペンタフルオロフェニルエステルを99g得た。

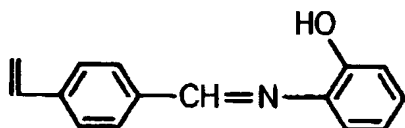
[0114] 次に、4-ビニル安息香酸ペンタフルオロフェニルエステル10gとo-アミノフェノール4.17gをN, N-ジメチルホルムアミド50mlに溶解し、80℃で9時間攪拌した。放冷後、水に注ぎ有機層を酢酸エチルで抽出した。有機層を0.4N塩酸、食塩水の順に洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥後、減圧下溶媒を留去し、残渣にヘキサン150mlを加え洗浄した。さらに酢酸エチル／ヘキサン(2／1)で再結することで目的物を2.44g得た(収率32%)。

[0115] 得られた化合物の<sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>)の測定結果は次の通りであった: δが5.34(1H, d)、5.92(1H, d)、6.77-7.00(4H, m)、7.56(2H, d)、7.83(1H, d)、7.94(2H, d)、9.11(1H, s)、9.25(1H, s)。

[0116] (実施例2)

下記構造のスチレン系誘導体、即ち、一般式Iにおいて、R<sup>1</sup>〜R<sup>9</sup>が水素原子、Xが-CH=N-、Aが水素原子であるスチレン系誘導体を合成した。

[0117] [化17]



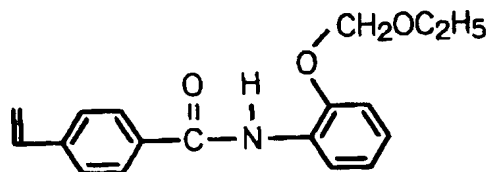
[0118] 4-ビニルベンズアルデヒド5gとo-アミノフェノール4.54gをトルエン100mlに溶解し、80〜85℃で4時間攪拌した。放冷後減圧下1／2程度まで濃縮し、析出しているo-アミノフェノールをろ別した。残渣をヘキサン／トルエン(4／1)で再結することで目的の化合物を5.42g得た(収率64%)。

[0119] 得られた化合物の<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)の測定結果は次の通りであった: δが5.38(1H, d)、5.87(1H, d)、6.77(1H, dd)、6.91(1H, t)、7.02(1H, d)、7.18-7.32(3H, m)、7.52(2H, d)、7.88(1H, d)、8.68(1H, s)。

[0120] (実施例3)

下記構造のスチレン系誘導体、即ち、一般式Iにおいて、R<sup>1</sup>〜R<sup>9</sup>が水素原子、Xが-CONH-、Aがエトキシメチル基であるスチレン系誘導体を合成した。

[0121] [化18]



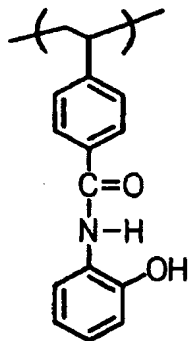
[0122] 実施例1で得られたスチレン系誘導体10gとN-エチルジイソプロピルアミン8.1gをN-メチル-2-ピロリドン90mlに溶解し、そこにクロロメチルエチルエーテル4.346gを加え、室温で20時間反応させた。この反応溶液にジエチルエーテル200mlを加え、0.2N塩酸、3%炭酸水素ナトリウム水溶液、食塩水の順に洗浄した。有機層を硫酸マグネシウムで乾燥後、減圧下溶媒を留去し、残渣をヘキサンで再結することで目的のスチレン系誘導体を8.76g得た(収率70%)。

[0123] 得られた化合物の $^1\text{H-NMR}$ (THF- $d_8$ )の測定結果は次の通りであった:  $\delta$ が1.19(3H, t)、3.74(2H, q)、5.33(2H, s)、5.34(1H, d)、5.9(1H, d)、6.8(1H, dd)、6.96–7.02(2H, m)、7.19–7.21(1H, m)、7.55(2H, d)、7.9(2H, d)、8.45–8.48(1H, m)、8.79(1H, s)。

[0124] (実施例4)

下記構造のスチレン系重合体、即ち、一般式IIにおいて、 $\text{R}^1\text{--R}^9$ が水素原子、Xが $\text{--CONH--}$ 、Aが水素原子であるスチレン系重合体を合成した。

[0125] [化19]



[0126] 実施例1で得られたスチレン系誘導体2gをテトラヒドロフラン10ml中に溶解し、そこ



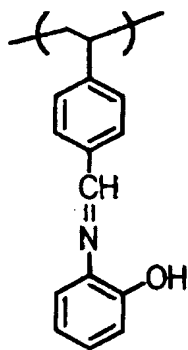
に2, 2'-アゾビス(イソブチロニトリル)0. 041gを加え、アルゴン雰囲気下、10時間加熱還流させた。放冷後、ジエチルエーテル200mlに再沈し、析出したポリマーをろ別し、もう一度再沈精製することで目的のポリマーを1. 5g得た(収率75%)。

[0127] またGPC分析により重量平均分子量(Mw)は14500(ポリスチレン換算)、分散度(Mw/Mn)は1. 78であった。

[0128] (実施例5)

下記構造のスチレン系重合体、即ち、一般式IIにおいて、 $R^1-R^9$ が水素原子、Xが $-CH=N-$ 、Aが水素原子であるスチレン系重合体を合成した。

[0129] [化20]



[0130] 4-ビニルベンズアルデヒド17. 38gとエチレングリコール10. 89gをトルエン170mlに溶解し、そこにp-トルエンスルホン酸1水和物を0. 25g、p-ヒドロキノン0. 22gを加え加熱還流させた。反応の際生成する水はDean-Starkトラップを用いて除去した。8時間後放冷し、減圧下濃縮し、残渣を減圧蒸留(92~93℃/0. 45mmHg)することで、4-(2, 5-ジオキソシクロペンチル)スチレンを13. 44g得た(収率58%)。

[0131] 次に4-(2, 5-ジオキソシクロペンチル)スチレン13. 4gをトルエン53mlに溶解し、そこに2, 2'-アゾビス(イソブチロニトリル)0. 375gを加え、アルゴン雰囲気下80℃で12時間攪拌した。放冷後メタノール600mlに注ぎ、析出したポリマーをろ別し、さらに再沈精製することでポリ[4-(2, 5-ジオキソシクロペンチル)スチレン]を10. 75g得た(収率80%)。

[0132] 次に、ポリ[4-(2, 5-ジオキソシクロペンチル)スチレン]4gをテトラヒドロフラン200

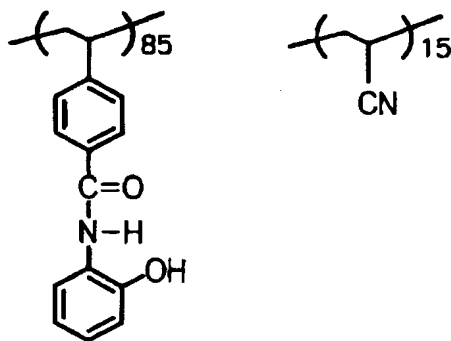
mlに溶解し、そこに2N塩酸12mlを加え、室温で3時間攪拌した。減圧下、1/2程度まで濃縮し、塩化メチレン200mlを加え、5%炭酸ナトリウム水溶液、食塩水で洗浄した。有機層を硫酸マグネシウムで乾燥後、減圧下1/2程度に濃縮した。残渣に、*o*-アミノフェノール9.91g、*p*-トルエンスルホン酸1水和物を0.088g加え、室温で12時間攪拌した。減圧下濃縮し、メタノール400mlに再沈し、析出したポリマーをろ別した。さらに再沈精製することで目的の重合体を1.3g得た(収率26%)。

[0133] また得られた重合体の重量平均分子量(Mw)は16400(ポリスチレン換算)、分散度(Mw/Mn)は1.83であった。

[0134] (実施例6)

下記構造の重合体、即ち、一般式IIにおいて、 $R^1 \sim R^9$ が水素原子、Xが $-\text{CONH}-$ 、Aが水素原子である構造単位が85モル%とアクリロニトリル構造単位が15モル%である下記に示す重合体を合成した。

[0135] [化21]



[0136] 実施例1で得られたスチレン系誘導体3gとアクリロニトリル0.118gをテトラヒドロフラン15mlに溶解し、この溶液に2,2-アゾビス(イソブチロニトリル)0.073gを加え、アルゴン雰囲気下10時間加熱還流させた。この反応混合物を放冷後、メタノール200mlに再沈し、析出したポリマーをろ別した。さらに再沈精製することで目的の重合体を2.43g得た(収率78%)。

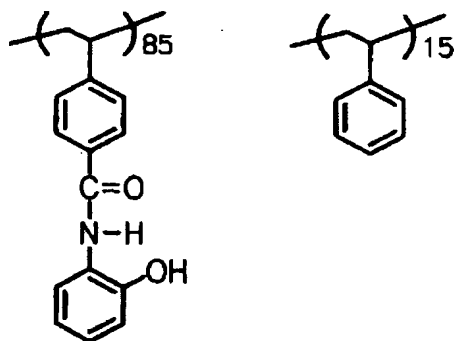
[0137] 得られた重合体のMwは15200、Mw/Mnは1.80であった。

[0138] (実施例7)

下記構造の重合体、即ち、一般式IIにおいて、 $R^1 \sim R^9$ が水素原子、Xが $-\text{CONH}-$

一、Aが水素原子である構造単位が85モル%とスチレン構造単位が15モル%である重合体を合成した。

[0139] [化22]



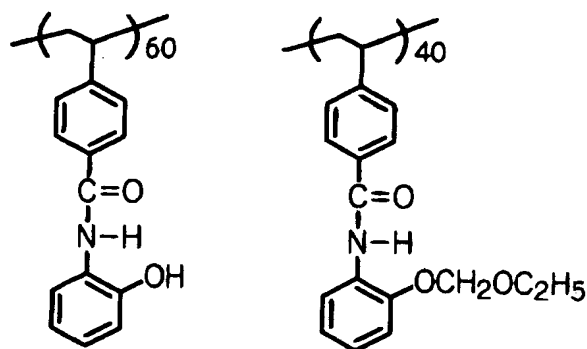
[0140] アクリロニトリル0.118gに代えて、スチレン0.23gを用いた以外は、実施例6と同様の方法にて合成し、スチレン系重合体を2.65g得た(収率82%)。

[0141] 得られた重合体のMwは18400、Mw/Mnは1.77であった。

[0142] (実施例8)

下記構造の重合体、即ち、一般式IIにおいて、 $R^1 \sim R^9$ が水素原子、Xが $-\text{CONH}-$ 、Aが水素原子である構造単位が60モル%と一般式IIにおいて、 $R^1 \sim R^9$ が水素原子、Xが $-\text{CONH}-$ 、Aがエトキシメチル基である構造単位が40モル%である重合体を合成した。

[0143] [化23]



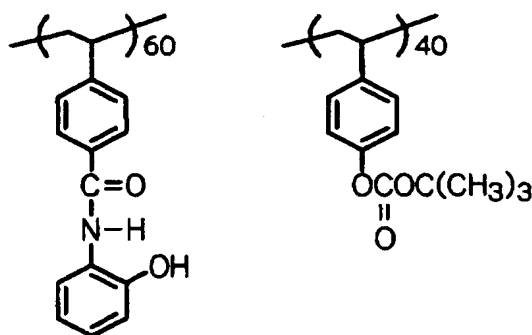
[0144] 実施例1で得られたスチレン系誘導体5gと実施例3で得られたスチレン系誘導体4.14gをテトラヒドロフラン28ml中に溶解し、そこに2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル

0.172gを加え、アルゴン雰囲気下、3時間加熱還流させた。この反応混合物を放冷後、ジエチルエーテル300mlに再沈し、析出したポリマーをろ別し、もう一度再沈精製することで目的のポリマーを7.29g得た(収率78%)。GPC分析により重量平均分子量(Mw)は46000(ポリスチレン換算)、分散度(Mw/Mn)は1.98であった。

[0145] (実施例9)

下記構造の重合体、即ち、一般式IIにおいて、 $R^1-R^9$ が水素原子、Xが $-\text{CONH}-$ 、Aが水素原子である構造単位が60モル%と一般式IIIにおいて、 $R^{10}$ が $\text{t}$ -ブトキシカルボニル基である構造単位が40モル%である重合体を合成した。

[0146] [化24]

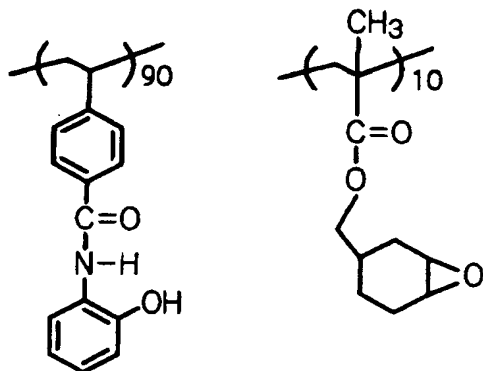


[0147] 実施例8において、実施例3で得られたスチレン系誘導体4.14gに代えて、4-( $\text{t}$ -ブトキシカルボニルオキシ)スチレン3.07gを用いた以外は、実施例8と同様の方法にて合成し、スチレン系重合体を6.46g得た(収率80%)。得られた重合体のMwは45000、Mw/Mnは2.05であった。

[0148] (実施例10)

下記構造の重合体、即ち、一般式IIにおいて、 $R^1-R^9$ が水素原子、Xが $-\text{CONH}-$ 、Aが水素原子である構造単位が90モル%と一般式Vにおいて、 $R^{13}$ がメチル基、 $R^{14}$ が3,4-エポキシ-1-シクロヘキシルメチル基である構造単位が10モル%である重合体を合成した。

[0149] [化25]



[0150] 実施例1で得られたスチレン系誘導体20gと3, 4-エポキシ-1-シクロヘキシルメチルメタクリレート1. 823gをテトラヒドロフラン65ml中に溶解し、そこに2, 2'-アゾビス(イソブチロニトリル)0. 61gを加え、アルゴン雰囲気下、2. 5時間加熱還流させた。この反応混合物を放冷後、ジエチルエーテル600mlに再沈し、析出したポリマーをろ別し、もう一度再沈精製することで目的のポリマーを14. 7g得た(収率67%)。またGPC分析により重量平均分子量(Mw)は73000(ポリスチレン換算)、分散度(Mw/Mn)は2. 53であった。

[0151] (実施例11)

下記の組成からなる非化学増幅型感光性樹脂組成物を調製した。

(a) 実施例4で得られた重合体: 2g (b) 感光剤(1, 2-ジアゾナフトキノンスルホン酸エステル誘導体、東洋合成工業(株)社製、商品名: 4NT-300): 0. 5g (c) N-メチル-2-ピロリドン: 4. 6g

以上の(a)～(c)を混合し、この混合物を0. 2  $\mu$ mのテフロン(登録商標)フィルターを用いてろ過し、感光性樹脂組成物を調製した。

[0152] 4インチシリコン基板上に、上記感光性樹脂組成物をスピコート塗布し、110℃2分間ホットプレート上でベークし、膜厚8  $\mu$ mの薄膜を形成した。次に、ポジ型レジスト解像度評価用フォトマスクを介して、この感光性樹脂組成物薄膜を紫外線(波長 $\lambda$ =350～450nm)でパターン露光した。露光後、室温の2. 38%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)水溶液で2分間浸漬法による現像を行い、続けて30秒

間純水でリンス処理を行った。その結果、露光部の感光性樹脂組成物が現像液に溶解除去された、いわゆるポジ型のパターンが得られた。得られたパターンをSEM観察した結果、 $270\text{mJ}/\text{cm}^2$ 露光した時に $9\mu\text{m}$ のスルーホールパターンまでの解像度があることがわかった。

[0153] 次に、得られたパターンを窒素雰囲気下、 $150^\circ\text{C}$ で30分、 $260^\circ\text{C}$ で1時間オーブンでベークすることで、ベンゾオキサゾール環を形成させ、硬化後の膜厚が $6.5\mu\text{m}$ の耐熱性等に優れた最終パターンを得た。形成されたパターンをSEM観察した結果、パターンにクラックや剥離は観測されなかった。

[0154] 本実施例の感光性樹脂組成物において、実施例4で得られた重合体の代わりに実施例7で得られた重合体を用いて同様に調製した感光性樹脂組成物について、同様の評価を行った。表1にこれらの感度及びスルーホールパターンの解像度の結果を示す。

[0155] [表1]

	解像度 ( $\mu\text{m}$ )	感度 ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ )
実施例4の重合体を含有する 感光性樹脂組成物	9	270
実施例7の重合体を含有する 感光性樹脂組成物	9	280

[0156] (実施例12)

下記の組成からなる化学増幅ポジ型感光性樹脂組成物を調製した。

[0157] (a)実施例8で得られた重合体:2g (b)光酸発生剤(N-(トリフルオロメチルスルホニルオキシ)ナフタルイミド、みどり化学(株)社製、商品名:NAI-105):0.1g (c)  $\gamma$ -ブチロラクトン:4.25g

以上の(a)～(c)を混合し、この混合物を $0.2\mu\text{m}$ のテフロン(登録商標)フィルターを用いてろ過し、感光性樹脂組成物を調製した。

[0158] 5インチシリコン基板上に、上記感光性樹脂組成物をスピンコート塗布し、 $90^\circ\text{C}$ で20分間オーブンでベークし、膜厚 $9\mu\text{m}$ の薄膜を形成した。次に、ポジ型レジスト解像度評価用フォトマスクを介して、この感光性樹脂組成物薄膜を紫外線(波長 $\lambda = 350$

〜450nm)でパターン露光した。露光後、100℃で10分間オーブンでベークし、その後、室温の2.38%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)水溶液で3分間浸漬法による現像を行い、続けて30秒間純水でリンス処理を行った。その結果、露光部の感光性樹脂組成物が現像液に溶解除去された、いわゆるポジ型のパターンが得られた。得られたパターンをSEM観察した結果、200mJ/cm<sup>2</sup>露光した時に8μmのスルーホールパターンまでの解像度があることがわかった。次に、パターンが形成されたウェハー全面に露光量300mJ/cm<sup>2</sup>にて紫外線(波長λ=350〜450nm)で露光し、さらに窒素雰囲気下、110℃で30分、260℃で1時間オーブンでベークすることで、ベンゾオキサゾール環を形成させ、硬化後の膜厚が7.2μmの耐熱性等に優れた最終パターンを得た。形成されたパターンをSEM観察した結果、パターンにクラックや剥離は観測されなかった。

[0159] 本実施例の感光性樹脂組成物において、実施例8で得られた重合体の代わりに実施例9で得られた重合体を用いて同様に調製した感光性樹脂組成物について、同様の評価を行った。その結果、250mJ/cm<sup>2</sup>露光した時に8μmのスルーホールパターンの解像度が得られた。

[0160] (実施例13〜15)

表2に示す組成からなる実施例13〜15の化学増幅ネガ型感光性樹脂組成物を調製した。

[0161] [表2]

	重合体	光酸発生剤	添加剤(注)	溶剤
実施例 13	実施例10の重合体: 2g	NAI-105: 0.1g	なし	γ-ブチロラクトン 4.67g
実施例 14	実施例10の重合体: 2g	NAI-105: 0.1g	エポキシ化合物: 0.2g	γ-ブチロラクトン 5.13g
実施例 15	実施例10の重合体: 2g	NAI-105: 0.1g	多核フェノール: 0.2g	γ-ブチロラクトン 5.13g

[0162] (注)エポキシ化合物:3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3-4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、多核フェノール:4,4',4''-トリヒドロキシトリフェニルメタン  
上記の重合体、光酸発生剤、添加剤、溶剤の混合物を0.2μmのテフロン(登録

商標)フィルターを用いてろ過し、実施例13～15の感光性樹脂組成物を調製した。

- [0163] 5インチシリコン基板上に、上記各感光性樹脂組成物をスピコート塗布し、80℃で20分間オープンでベークし、膜厚5  $\mu\text{m}$ の薄膜を形成した。次に、ネガ型レジスト解像度評価用フォトマスクを介して、この感光性樹脂組成物薄膜を紫外線(波長 $\lambda = 350\sim 450\text{nm}$ )で露光した。露光後、100℃で10分間オープンでベークし、その後、室温の2.38%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)水溶液で6分間浸漬法による現像を行い、続けて30秒間純水でリンス処理を行った。その結果、未露光部の感光性樹脂組成物が現像液に溶解除去された、いわゆるネガ型のパターンが得られた。次に、得られたパターンを窒素雰囲気下、120℃で30分、260℃で1時間オープンでベークすることで、ベンゾオキサゾール環を形成させ、硬化後の膜厚が4.5  $\mu\text{m}$ の耐熱性等に優れた最終パターンを得た。形成されたパターンをSEM観察した結果、パターンにクラックや剥離は観測されなかった。

- [0164] 表3に各感光性樹脂組成物の感度、及び得られたスルーホールパターンの解像度の結果を示す。

- [0165] [表3]

	解像度 ( $\mu\text{m}$ )	感度 ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ )
実施例13	9	350
実施例14	9	300
実施例15	9	280

- [0166] なお、上記の各実施例においては一般式I及び一般式IIにおける $\text{R}^1\sim\text{R}^9$ がいずれも水素原子である。ここで例えば、 $\text{R}^1$ をメチル基とする場合には実施例1の4-ビニル安息香酸を4-カルボキシ- $\alpha$ -メチルスチレンとすれば製造可能であり、 $\text{R}^2\sim\text{R}^9$ をハロゲン原子とする場合には実施例1の4-ビニル安息香酸、*o*-アミノフェノールの代わりにそれぞれハロゲン置換体を用いても全く同様に製造可能である。

- [0167] また、化学増幅型のネガ型感光性樹脂組成物の添加剤として多価アルコールを含む場合の例としては、実施例15の多核フェノールを多価アルコールとしても同様に製造可能である。



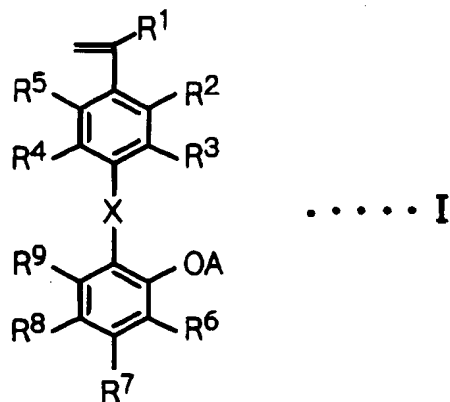
### 産業上の利用可能性

[0168] 以上の説明から明らかなように、感光性樹脂組成物において、本発明のスチレン系誘導体を重合して得られる本発明の重合体を用いることで、アルカリ水溶液で現像可能で、かつ解像性に優れたポジ型及びネガ型の感光性樹脂組成物が得られ、半導体素子の層間絶縁膜や表面保護膜等に利用可能である。

## 請求の範囲

- [1] 下記一般式Iで表されることを特徴とするスチレン系誘導体。

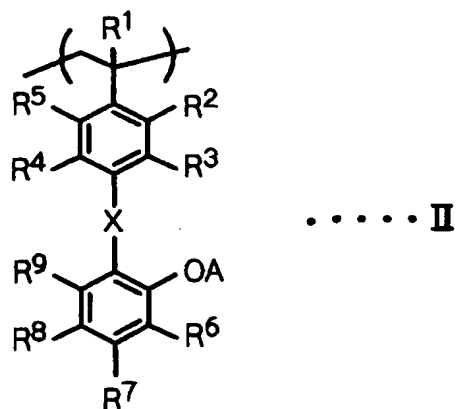
[化1]



(式中、 $R^1$ は水素原子又はメチル基を表し、 $R^2 \sim R^9$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、又は炭素数1～4のアルキル基を表し、Xは $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{CONH}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{N}-$ 、又は $-(\text{CH}_2)_n-\text{CONH}-$ であり、X中のN原子はo-位がAO-基のベンゼン環の炭素原子に結合しており、Aは水素原子又は酸により分解する基を表し、nは1～3の整数を表す。)

- [2] 下記一般式IIで表される繰返し構造単位を一種以上含むことを特徴とするスチレン系重合体。

[化2]



(式中、 $R^1$ は水素原子又はメチル基を表し、 $R^2 \sim R^9$ はそれぞれ独立に水素原子、ハ

ロゲン原子、又は炭素数1〜4のアルキル基を表し、Xは $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{CONH}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}=\text{N}-$ 、又は $-(\text{CH}_2)_n-\text{CONH}-$ であり、X中のN原子はo-位がAO-基のベンゼン環の炭素原子に結合しており、Aは水素原子又は酸により分解する基を表し、nは1〜3の整数を表す。）

- [3] 請求項1に記載のスチレン系誘導体と、当該スチレン系誘導体と共重合可能なビニル単量体とを重合して得られることを特徴とするスチレン系重合体。
- [4] 重量平均分子量は2, 000〜200, 000であることを特徴とする請求項2又は3に記載のスチレン系重合体。
- [5] 請求項2〜4のいずれか1項に記載のスチレン系重合体と、感光性付与剤と、を含むことを特徴とする感光性樹脂組成物。
- [6] 請求項5に記載の感光性樹脂組成物において、前記スチレン系重合体が前記一般式IIにおけるAが水素原子となる構造単位を有し、かつ前記感光性付与剤としてジアゾナフトキノンスルホン酸エステル誘導体を含むことを特徴とするポジ型感光性樹脂組成物。
- [7] 請求項5に記載の感光性樹脂組成物において、前記スチレン系重合体が酸分解性基を有し、かつ前記感光性付与剤として光酸発生剤を含むことを特徴とするポジ型感光性樹脂組成物。
- [8] 請求項5に記載の感光性樹脂組成物において、前記スチレン系重合体が酸架橋性基を有し、かつ前記感光性付与剤として光酸発生剤を含むことを特徴とするネガ型感光性樹脂組成物。
- [9] 多官能エポキシ化合物を含むことを特徴とする請求項8に記載のネガ型感光性樹脂組成物。
- [10] フェノール誘導体又は多核フェノール誘導体を含むことを特徴とする請求項8又は9に記載のネガ型感光性樹脂組成物。
- [11] 多価アルコールを含むことを特徴とする請求項8〜10のいずれか1項に記載のネガ型感光性樹脂組成物。
- [12] 請求項5〜11のいずれか1項に記載の感光性樹脂組成物を被加工基板上に塗布する塗布工程と、当該感光性樹脂組成物を被加工基板上に定着させるプリバーク工

程と、当該感光性樹脂組成物を選択的に露光する露光工程と、当該感光性樹脂組成物の露光部又は未露光部を溶解除去してパターンを形成する現像工程と、パターンが形成された当該感光性樹脂組成物を硬化させるポストバーク工程と、を少なくとも含むことを特徴とするパターン形成方法。

- [13] 前記感光性樹脂組成物として請求項7に記載のポジ型感光性樹脂組成物を用い、前記露光工程と前記現像工程との間に、前記露光により発生した酸を拡散させる露光後バーク工程を更に行い、前記現像工程で前記露光部を溶解除去することを特徴とする請求項12に記載のパターン形成方法。
- [14] 前記感光性樹脂組成物として請求項7に記載のポジ型感光性樹脂組成物を用い、さらに前記現像工程とポストバーク工程との間に、ポスト露光工程を更に行うことを特徴とする請求項13に記載のパターン形成方法。
- [15] 前記感光性樹脂組成物として請求項8～11のいずれか1項に記載のネガ型感光性樹脂組成物を用い、前記露光工程と前記現像工程との間に、前記露光により発生した酸を拡散させる露光後バーク工程を更に行い、前記現像工程で前記未露光部を溶解除去することを特徴とする請求項12に記載のパターン形成方法。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003153

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> C08F12/32, C07C233/75, 251/24, G03F7/022, 7/033, H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> C08F12/32, C07C233/75, 251/24, G03F7/022, 7/033, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2004-006273 A (Hitachi, Ltd.), 08 January, 2004 (08.01.04), Claims; Par. No. [0025]; Fig. 3 & US 2003/194610 A1 & EP 1349178 A1	1-4 5-15
X A	JP 61-005249 A (Konishiroku Shashin Kogyo Kabushiki Kaisha), 11 January, 1986 (11.01.86), Claims; Page 5, upper left column to page 6, upper left column (Family: none)	1-4 5-15
A	JP 59-174604 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 October, 1984 (03.10.84), Full text (Family: none)	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April, 2005 (08.04.05)

Date of mailing of the international search report

24 May, 2005 (24.05.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/003153

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-276548 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 01 December, 1987 (01.12.87), Full text & US 4874689 A	1-15

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> C08F12/32, C07C233/75, 251/24, G03F7/022, 7/033, H01L21/027

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> C08F12/32, C07C233/75, 251/24, G03F7/022, 7/033, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2004-006273 A (株式会社日立製作所) 2004.01.08, 【特許請求の範囲】, 【0025】, 【図3】 & US 2003/194610 A1 & EP 1349178 A1	1-4 5-15
X A	JP 61-005249 A (小西六写真工業株式会社) 1986.01.11, 【特許請求の範囲】, 第5頁左上欄~第6頁左上欄 (ファミリーなし)	1-4 5-15
A	JP 59-174604 A (松下電器産業株式会社) 1984.10.03, 全文 (ファミリーなし)	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.04.2005

国際調査報告の発送日

24.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

富士 良宏

4J

3236

電話番号 03-3581-1101 内線 3457

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 62-276548 A (富士写真フイルム株式会社) 1987. 12. 01, 全文 & US 4874689 A	1-15